

جمعية المهندسين الملكية المصرية

« تأسست فى ٣ دسمبر سنة ١٢٩٠ »

ومعتمدة بمرسوم ملكى بتاريخ ١١ دسمبر سنة ١٩٢٢

﴿ النشرة السادسة للسنة الثالثة ﴾

٢٦

محاضرة

في تفتت احجار البناء في مصر

لحضرة امام افندي شعبان

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

فى ٢٦ ينـاير سنة ١٩٢٣

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على اعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب ان يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الاسود
(شيني) ويرسل برسمها صندوق البريد رقم ٧٥١ بمصر

تفتت احجار البناء فى مصر

لحضرة امام افندى شعبان

نلاحظ فى جميع مدن القطر المصرى وخصوصا القاهرة كثيرا من الجدران محتوية علي احجار فى حالة انحلال وهذا الانحلال الذى ينتاب احجار البناء لايتعدى مترا أو مترا ونصفا فوق سطح الارض ويكون عادة اشد ما يمكن عند سطح الارض او بقربه

وغالبا يصحب التحلل قشرة أو غطاء من مسحوق أبيض

والعوامل التي تدمر الصخور هى تغير درجة الحرارة . والصقيع . وعمل الماء . والبلل والجفاف . والاحماض . والغازات التى بالماء

(ا) اختلاف درجة الحرارة وبالاخص ذلك الاختلاف المحسوس الذى يحصل فى مصر بين الليل والنهار هو عامل مهم فى تفتت الصخور اذ فى اثناء النهار يسخن سطح الصخر بدرجة عظيمه فيتمدد اكثر من باقى أجزائه بينما فى الليل يبرد فينكمش . وهكذا يعانى الصخر حالة اجهاد مستديم ويتسبب عنه اخيرا تشقق السطح الخارجي وانهياره

(ب) الصقيع هو أقوي العوامل فى تدمير الصخور فان الندى الموجود فى المسام والشقوق يتجمد فيتمدد وعلى ذلك ينشق الصخر ولكن هذا

لا يحصل فى مصر الاهم الاعلى ارتفاعات عظيمة فى الصحراء الشرقية

(ج) يعمل الماء آليا بطريقتين

اولا : بالبرى او التآكل المباشر

ثانيا : بتخلله جسم الصخر وتدمير قوة التماسك الموجودة بين الذرات المتجمعة

(د) تعاقب البلل والجفاف ايضا يفكك ويفصل اجزاء الصخر المختلفة وبذلك يجعله اكثر عرضة لزيادة عمل المؤثرات المفتته الاخرى التى تعمل عليه بعد ذلك

(ه) اكسيجين الهواء والاحماض التى يمكن ان تكون معه هى عوامل فعالة فى تفتت الصخر ولها عمل مباشر على الحجر اذ تحوله من حالته الاصلية الى حالة فيها يكون اكثر استعدادا لان يتفتت الى قطع صغيرة

(و) الماء بصفة عامة لايوجد نقيا تمام النقاء وكذلك الصخر لايكون غير قابل للذوبان بالمرة ولكن لما تكون العملية مستديمة آلاف السنين والعامل الفعال فيها متجدد دائما فان الماء فى الحقيقة مذيب لايستهان به حتى على اقسى الصخور صلابة ويشتد ذلك حينما يحتوى الماء على اجسام مختلفة لها القدرة على التآكل مثل ثانى اكسيد الكربون او حوامض عضوية او نوشادر او كربونات قلوية

على ان اكثر العوامل التى ذكرت يمكن اهمالها فى الموضوع الذى

نحث فيه وهو (تآكل احجار البناء عند سطح الارض او بقربه المصحوب بتكون مسحوق ابيض) وهى مع كونها ذات تأثير الا انه لا يمكن عدها اسبابا رئيسية للتفتت المشار اليه

فالتأثيرات الناتجة عن تغير درجة الحرارة يمكن اهمالها لانها تعمل على جميع سطح البناء وليس فقط على الجزء الاسفل منه وعمل الصقيع ايضاً لا يلتفت اليه حيث ان الصقيع فى وادى النيل نادر

عمل الماء الآلى بالبري أو بالتآكل المباشر يهمل أيضا اذ انه لا يحصل الا اذا كانت كميات عظيمة من المياه الجارية تعمل مدة كبيرة من الزمن

تأثيرات الاجسام التى لها قوة تآكل والموجودة فى الهواء وفى ماء المطر يمكن ايضا الحاقها بما سبقها اذ هي ايضا لا توجه عملا نحو الاحجار التي فى اسفل البناء بالذات فضلا عن ان هذه الاجسام فى مصر لا توجد الا بكميات دقيقة وهي تحتاج الى عدد كبير من السنين لتحدث نفس النتائج المعروف أنها تحدث بسرعة

قد عرفنا ذلك ولم يبق علينا الا ان نرجع الى المسحوق الابيض الذى يصحب الانحلال ونتبين العلاقة التي يجب ان تكون بينه وبين الحجر المفتت

فهل يمكن ان يكون هو سبب الضرر حقا أو هل هو فقط ملازمة عرضية ثم اذا كان هو السبب فبأي طريقة يعمل عمله ؟

ولمحاولة الاجابة على هذه الاسئلة قد عملت بمدرسة الهندسة سلسلة التجارب الآتية بعد

وكان من المسلم به عند البدء فى اجراء التجارب ان السبب الذى يبحث عنه لايعمل الا مع وجود الرطوبة اذ من العبث ان ننتظر حدوث اى تفاعل كان بين ملح جاف وحجر جاف قد وضعا مع بعضهما ومن هنا قد وضع الماء اثناء اجراء جميع التجارب

(التجربة الاولى) اخذ خمسة مكعبات صغيرة من مختلف حجر الجير المستعمل فى البناء وكلها من غير النوع الجيد ووضع كل منها فوق طبقة من الرمل فى قاع اناء مفرطح وفى حالتين ندى الرمل من وقت لآخر بماء مقطر وفى حالة بمحلول ١٠ ٪ من كلورور الصوديوم وفى أخرى بمحلول بمقدار ١٠ ٪ من ازوتات الصوديوم وفى الباقية بمحلول ١٠ ٪ من كربونات الصوديوم وفى كل حالة كان يتعاقب البلل والجفاف . تبلل الاحجار بواسطة امتصاص الماء من الرمل وتجفف بين فترات التندى . وقد استغرقت التجربة مدة طويلة كانت تلاحظ الاحجار يوميا وترصد تغيراتها

ويمكن ان نلخص النتائج على الوجه الآتى

(الحالة الاولى والثانية) التى أستعمل الماء المقطر فيها

شوهد تكون مساحيق املاح طفيفة فى السطح الاعلى وفى جهات

منه خصوصا اركانه العليا وانفصلت قليلا طبقة رقيقة عن سطح الحجر بواسطة نمو البلورات تحتها وبعد ما غسل الحجر وجد سطحه متآكلا وبه نقر

(الحالة الثالثة) التي استعمل فيها كلورور الصوديوم

فى هذه الحالة ولو أنه قد شوهدت كمية لا بأس بها من المسحوق الا أنه لم يظهر بشكل ظاهر ولا انفصال يذكر فى طبقة سطحية بنمو البلورات على انه بأزالة المسحوق وجد بالسطح نقر طفيف

(الحالة الرابعة) التي أستعمل فيها ازوتات الصوديوم

تكونت فيها كمية لا بأس بها من المسحوق وعند ازالته وجدنا آكل طفيف

(الحالة الخامسة) التى استعمل فيها كربونات الصوديوم

فى هذه الحالة تكونت بسرعة كمية كبيرة من المسحوق وفى اماكن من الحجر انفصلت من سطحه طبقة رقيقة بسرعة بواسطة نمو البلورات تحتها وهذه البلورات التي تختلف فى الطول من خمسة ألى عشرة مليمترات كانت على شكل الابر وخارجة من الحجر كأنها مثبتة برؤسها وكان التفتت يتزايد يوميا بسبب نمو البلورات المتواصل

وقد عملت عدة تجارب أخرى مشابهة لهذه منها واحدة استغرقت مدة ثلاثة أشهر ويستنتج منها انه بمضى المدة يكون التأثير اقوى وأنه

باستعمال احجار مندمجة وليست بذات مسام كبيرة يقل التـأثير نوعا
ثم لوحظ أزالة الوان المعادن كالحديد أن كان بالاحجار معادن . وقد
اختبر عدد كبير من المبانى التى شوهد فى احجارها علامات التفتت
ففى كل حالة كانت كمية الاملاح فى الاحجار المفتتة كبيرة وقد وجدت
ان انفصلت طبقة البياض عن الحائط ووجدت طبقة من كلورور الصوديوم
نقى تقريبا يبلغ سمكها أحيانا مليمترا أو ربما مليمترين . وفى احوال
أخرى وجدت تجاويف صغيرة فى الحجر مملوءة بمسحوق كلورور
الصوديوم وفى الحقيقة فأن كلورور الصوديوم هو اهم ما تحتويه جميع
المساحيق التي اختبرناها ولو ان معه أحيانا أزوتات وكبريتات

فالنتيجة المحققة التي يصل اليها الانسان من كل الملاحظة والتجربة
هي أنه فضلا عن التفتت الذى ينشأ عن تغيرات درجة الحرارة أو عن
عملية التأكسد بواسطة الهواء أو عن عملية التآكل بواسطة الاجسام
الحمضية سواء فى الجو أو المطر فأن فى مصر أيضا تفتت مهم فى احجار
البناء قرب سطح الارض فى غالب الاحيان وأن هذا التفتت يشترط فيه

(١) وجود الرطوبة

(٢) درجة مسامية الحجر

(٣) وجود املاح سهلة الذوبان أما فى الحجر أو فى الارض

(٤) سهولة تبلور الاملاح بتبخر ماء محلولها

فى حالة تفتت الاحجار قرب سطح الارض يأتى الماء بلا خلاف من الارض التى دائما تكون فى حالة من التشبع

وهذا التشبع فى زمن فيضان النيل ينشأ من نشع المياه بينما فى فصل الربيع وأوائل الصيف حين انخفاض ماء النيل توجد حالة مشابهة للاولى تنشأ من رش الحدائق والطرق التى تحيط المبانى بغزارة ولا يفوتنا أن تشبع الطبقات بالمواد البرازيه الناتجة من المنازل الغير متصلة بالمجارى العمومية من اهم اسباب انحلال المونة والاحجار

أن مجرد تخلل الماء فى جسم الحجر يعمل على افساد قوة التماسك الموجودة بين اجزائه المتجمعة واذا تعاقب على الاحجار كما هى الحال عادة البلل والجفاف ففى هذه الحالة تزيد عملية التفتت كثيرا وتشتد اكثر مع وجود أملاح مذابة ككلورور الصوديوم وكربوناته وكبريتاته او غيرها ويوجد فى جميع احجار البناء العادية المستعملة فى مصر بعض من هذه الاملاح

وحيثما وجدت كربونات قلويه يرى زيادة عن التفتت الطبعي الناتج عن مجرد تبلور الاملاح تفاعلا كيمائيا بدرجة خاصة يوجه عمله نحو مركبات الحديد الموجودة بالحجر

ولما كان سبب التفتت هو دخول الرطوبة والاملاح الذائبة الآتية من الارض غالبا وما يتبعه بعد ذلك من تبخر الماء وتبلور الاملاح فأن

العلاج الواضح هو منع أي ماء من الوصول اليها أو بعبارة اخري تمنع الاملاح الذائبة من التمكن من اختراق الاحجار وتمنع الرطوبة من الصعود بطريقتين

(١) بواسطة طبقة قوية غير مرشحة للماء

(٢) باستعمال احجار مندمجة ليست كثيرة المسام

فالطريقة الاولى هي الوسيلة العادية المتخذة لمنع صعود الرطوبة وهى تنحصر فى أن يفصل بين طبقات البناء قرب سطح الارض بطبقة غير مرشحة . والمواد المستعملة عادة فى هذا الغرض هي الاسفلت والاسمنت وحجر الاردواز ودهان الحوائط بالقطران

والطريقة الثانية هى باستعمال الاحجار التى من النوع الجيد وهو عمل أساسى فى الابنية التي مثل الكباري والسدود وغيرها ففيها لا يمكن أن نستعمل طبقة غير مرشحة لان الماء يعلو عليها والخواص المميزة للاحجار الجيدة هى أنها ليست بذات مسام فلا تمتص الماء أو محاليل الاملاح وبذلك استغنينا بها عن طبقة غير مرشحة . وأنها زيادة على ذلك خالية من الاملاح اللهم الا الطفيف . ولها على العموم قوة مقاومة كبيرة

ومن العوامل التي تمنع صعود الرطوبة ايضا اتصال المنازل بالمجاري العمومية لتصريف ماء الفضلات بدلا من خزنه تحت المنازل

﴿ الاحجار الجيرية في مصر ﴾

تختلف الاحجار الجيرية الموجودة بقرب القاهرة فى الصفات . فاشدها اندماجا هى التي يدخل فى تركيبها جزء قليل فى المائة من مواد طينية كحاجر أثر النبى المشهورة ويستخرج منها الحجر الذي يطلق عليه اسم (بآبور) وتستعمله مصلحة الري

ويمكن أن يقال بصفة عامة أن شدة اندماج الاحجار الجيرية تقل فى شمال وجنوب هذا الموضع فمن جهة الشمال يجلب من جبل الجيوشى احجار جيرية شديدة الاصفرار بالنسبة لغيرها ومن جهة الجنوب يجلب من المعصرة وحلوان واحجار اخرى سهلة النحت

أما احجار أثر النبي فتستعمل فى المبانى التي تحتاج الى متانة واحجار الجيوشى وحلوان فتستعمل فى المبانى التى ليست ذات قيمة

والاحجار الالينة التي تجلب من المعصرة وحلوان تستعمل فى التبليط وأعمال الزخرفة

ويجلب من محجر الدويقة اجود أنواع الجير ومن محاجر عين موسى حجر جيرى متين محتو على المغنسيوم

وفى تلال (اجران الغول) الواطئة التى فى شمال شرقى اهرامات الجيزة يوجد حجر يستحق عناية خاصة لاستعماله فى الاعمال التي

تحتاج الى صلابة وقوة مقاومة كحجر الرخام والصوان

ولا بد قبل استعمال الاحجار من ايجاد النسبة المئوية لما تحتويه من الاملاح والمسام وكذا معرفة مقاومتها للضغط

واحسن احجار البناء القريبة من القاهرة التي تجلب من محاجر اثر النبي. والاحجار الاخرى الجيدة مرتبة بحسب درجة جودتها هي:

البساتين . الرفاعي. التبليطه . العمارة . المطابق . دير التين

والمحاجر الباقية ومنها اثني عشر محجراً يستخرج منها احجار فى الدرجة الثانية من الجودة على انها نافعة فى الاغراض العادية التى مثل الاسوار والابنية التي ليس لها اهمية وفى الاجزاء العلوية فى أغلب المبانى حيث ان طبقة البياض التي تستعمل عادة لتغطية الحجر كافية لوقايته من الطوارئ

ومعظم أحجار الاساسات فى مبانى القاهرة تجلب من الجبل الاحمر وحجر الدستور للوجهات من عيون موسي والدبش العادى من طره والسلالم من جبل هيصم والبلاط من المعصرة وحلوان والرمال من العباسية والجير من أبى السعود والخرصان من

(١) الجبل الاحمر

(٢) احجار جيرية صلبة من بأتور بمصر القديمة

الخلاصة

اذا لاحظتم حضراتكم الاراضى الفضاء الكائنة بشبرا مثلا تجدون ان مياه الرشح انخفضت بعد انخفـاض النيل وتركت بعدها طبقة من الاملاح برهانا على ماسبق شرحه من عمل هذه المياه على الجدران اذاً يجب وقاية الجدران بطبقة صماء مانعة للرطوبة من اسفل كما انه يجب دهان الجدران بالقطران أو بمادة اخـرى لمنع تأثير مياه الطبقات الملاصقـة للجوانب وباستعمال مونة الاسمنت

وكثير من الناس يردمون حول الاساسات بدل عمل بدروم للتهوية وفى حالة الردم يجب ان يكون الردم بالرمل وليس بالاتربة والطين لان الخاصية الشعرية فى الطين أقوى منها فى الرمل فاذا كان الردم من الطين ارتفع ماء الرشح وعمل على جوانب الحوائط الداخلية والخارجية بخلاف الرمال فانه لايرتفع فيها بنسبة ارتفاعه فى الطين وللرمال مزية اخـرى وهى توزيع الحمل بانتظام على مسافات كبيرة بعكس الاتربة والطين ولذلك تجدون حضراتكم أرضية الادوار الارضيه جافة وسليمة وفى مستو واحد اذا كان الردم من الرمال اما اذا كان الردم من الطين فاننا نجد خشب الارضية مقوس ورطب وفى بعض الاحيان فى حالة تعفن

مطبعة أبى الهول بشارع محمد على بالقاهرة
بجوار دار الكتب الخديوية لصاحبها عثمان فهمى